

**ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ
РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ИНДАТА ЛАНТАНА,
ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ
ПРАЗЕОДИМА, САМАРИЯ И ТЕРБИЯ**

Свойства индата лантана LaInO_3 в настоящее время широко исследуются. Твердые растворы на основе LaInO_3 обладают смешанной проводимостью с ионным и дырочным вкладом, причем при понижении температуры ионная проводимость становится доминирующей [1]. Термически и химически стойкий LaInO_3 , легированный ионами щелочноземельных элементов, можно использовать в качестве электролитного материала для твердооксидных топливных элементов, в насосах и датчиках [1, 2]. Индат лантана, легированный ионами галлия Ga^{3+} ($\text{La}_{1-x}\text{Ga}_x\text{InO}_3$) и азота N^{2-} ($\text{LaInO}_{1-y}\text{N}_y$), проявляет значительную активность в фоторазложении воды на H_2/O_2 при облучении ультрафиолетовым и видимым светом, поэтому его можно использовать в качестве фотокатализатора [3]. Наноразмерный LaInO_3 показал свою эффективность в электрокаталитическом превращении CO_2 в формиаты [4]. LaInO_3 , легированный ионами редкоземельных элементов, перспективен для использования в светодиодах [5].

Твердофазным методом из оксидов La_2O_3 , In_2O_3 , Pr_6O_{11} , Tb_2O_3 , Sm_2O_3 (квалификация «х. ч.») проведен синтез образцов твердых растворов на основе LaInO_3 , содержащих не более 6 мол. % легирующих ионов Pr^{3+} , Sm^{3+} , Tb^{3+} . Приведенные на рис. 1 фотографии поверхностей сколов керамических образцов $\text{La}_{0.92}\text{Sm}_{0.02}\text{Tb}_{0.06}\text{InO}_3$, $\text{La}_{0.977}\text{Pr}_{0.003}\text{Sm}_{0.02}\text{InO}_3$, полученные на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV (JEOL, Япония), показывают, что они состоят из частиц округлой формы, размер которых находится в интервале 0.5–2.5 мкм. Морфология частиц в образцах не зависит от состава.

Спектры фотолюминесценции (ФЛ) получены на модернизированном спектроизмерительном комплексе СДЛ-2 (ЛОМО, СССР) в Институте физики имени Б.И. Степанова НАНБ. В спектре ФЛ $\text{La}_{0.92}\text{Sm}_{0.02}\text{Tb}_{0.06}\text{InO}_3$, полученном при длине волны возбуждающего излучения $\lambda_{\text{возб}} = 365$ нм (рис. 2а), одновременно присутствуют полосы ФЛ ионов Sm^{3+} и полоса ионов Tb^{3+} с $\lambda_{\text{макс}} = 543$ нм (зеленая область видимого спектра).

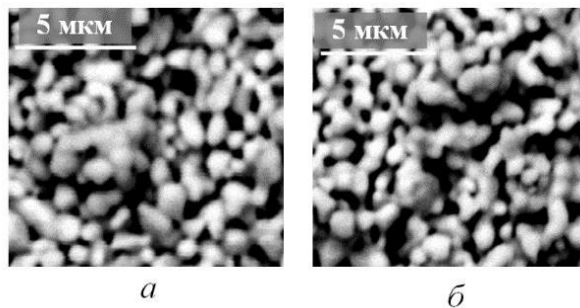


Рисунок 1 – Фотографии поверхностей сколов керамических образцов $\text{La}_{0.92}\text{Sm}_{0.02}\text{Tb}_{0.06}\text{InO}_3$ (а), $\text{La}_{0.977}\text{Pr}_{0.003}\text{Sm}_{0.02}\text{InO}_3$ (б)

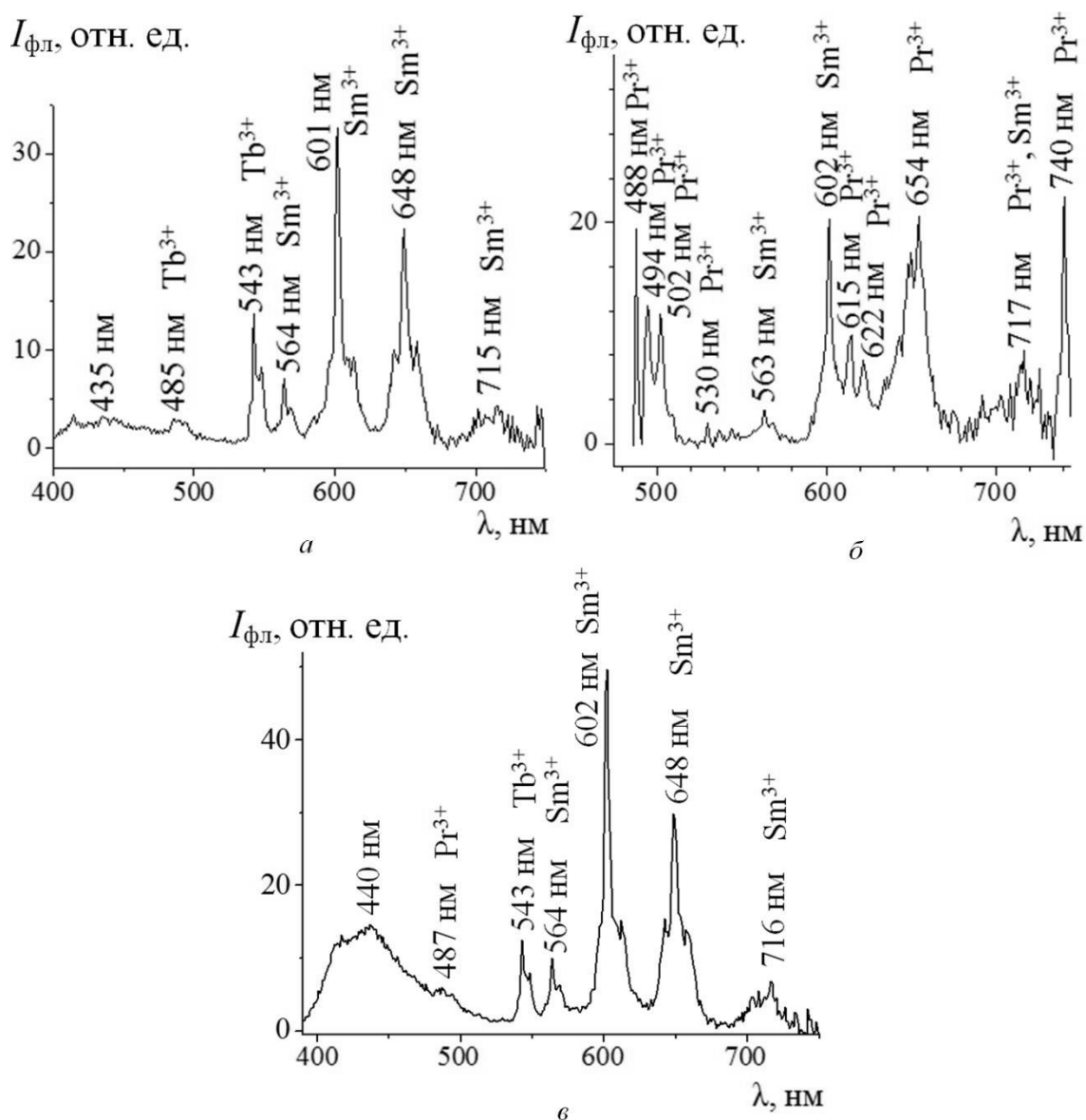


Рисунок 2 – Спектры ФЛ $\text{La}_{0.92}\text{Sm}_{0.02}\text{Tb}_{0.06}\text{InO}_3$ при $\lambda_{\text{возб}} = 365$ нм (а), $\text{La}_{0.977}\text{Pr}_{0.003}\text{Sm}_{0.02}\text{InO}_3$ при $\lambda_{\text{возб}} = 470$ нм (б), $\text{La}_{0.917}\text{Pr}_{0.003}\text{Sm}_{0.02}\text{Tb}_{0.06}\text{InO}$ при $\lambda_{\text{возб}} = 320$ нм (в)

На спектре ФЛ $\text{La}_{0.977}\text{Pr}_{0.003}\text{Sm}_{0.02}\text{InO}_3$, при $\lambda_{\text{возб}} = 470$ нм (рис. 2б) наблюдаются как полосы ФЛ ионов Pr^{3+} , так и ионов Sm^{3+} . В спектре ФЛ $\text{La}_{0.917}\text{Pr}_{0.003}\text{Sm}_{0.02}\text{Tb}_{0.06}\text{InO}_3$, полученном при $\lambda_{\text{возб}} = 320$ нм (рис. 2в), присутствуют интенсивные полосы ФЛ ионов Sm^{3+} ($\lambda_{\text{макс}} = 564, 601, 650, 716$ нм), а также полосы ФЛ ионов Pr^{3+} ($\lambda_{\text{макс}} = 488, 494, 502$ нм) и ионов Tb^{3+} ($\lambda_{\text{макс}} = 543$ нм), интенсивность которых значительно ниже.

Таким образом, в работе показана возможность получения образцов, в которых происходит одновременное излучение света несколькими оптически активными ионами редкоземельных элементов. Изменяя природу и количество легирующих ионов можно получить различный цвет свечения, в том числе белый.

Полученные в работе результаты могут быть использованы при проведении научных работ фундаментального и прикладного характера, посвященных решению проблем физики и химии магнитных материалов, фотолюминофоров на основе LaInO_3 со структурой перовскита, легированного ионами редкоземельных элементов, и их использованию при изготовлении светодиодов белого света и других устройств электронной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sr-doped LaInO_3 and its possible application in a single layer SOFC / H. He [et al.] // Solid State Ionics. – 2000. – Vol. 130, № 3. – P. 183–193. DOI: 10.1016/S0167-2738(00)00666-4
2. Doping effects on the structure, transport properties, and chemical stability of LaInO_3 perovskite: A review / Egorova, A [et al.] // Chimica Techno Acta. – 2025. – Vol. 12(1), № 12111 – P. 2411–1414. DOI: 10.15826/chimtech.2025.12.1.11
3. Structural and photophysical characterization of some $\text{La}_{2x}\text{Ga}_{2y}\text{In}_{2z}\text{O}_3$ solid solutions, to be used as photocatalysts for H_2 production from water/ethanol solutions / P. L. Gentili [et al.] // Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2010. – Vol. 94, № 12. – P. 2265–2274. DOI: 10.1016/j.solmat.2010.07.024
4. Nanosized LaInO_3 perovskite for efficient electrocatalytic reduction of CO_2 to formate / Y. Zhu [et al.] // Journal of CO_2 Utilization. – 2023. – Vol. 68 – P. 102342. DOI: 10.1016/j.jcou.2022.102342
5. Synthesis and luminescent properties of LaInO_3 : RE^{3+} ($\text{RE} = \text{Sm}, \text{Pr}$ and Tb) nanocrystalline phosphors for field emission displays / X. Liu [et al.] // Solid State Sci. – 2009. – Vol. 11. – P. 2030–2036. DOI: 10.1016/j.solidstatesciences.2009.09.014